บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

ปัจจุบันวัสดุเทอร์โมพลาสติกอิลาสโตเมอร์ (Thermoplastic Elastomer, TPE) เข้ามามีบทบาทสำคัญในอุตสาหกรรมยางอย่างมาก พบว่าในช่วงหลายสิบปีที่ผ่านมาผลิตภัณฑ์ที่ทำจากวัสดุเทอร์โมพลาสติกอิลาสโตเมอร์มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (Plastics and Rubber Weekly, 2013) เนื่องจากสามารถประยุกต์ใช้ในการทำเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลากหลายรูปแบบ เช่น อุปกรณ์ชิ้นส่วนยานยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้า อิเล็คทรอนิคส์ อุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน เป็นต้น (Kear, 2003) จึงมีการวิจัยและพัฒนาอย่างจริงจังจากนักวิทยาศาสตร์ทั่วโลก เนื่องจากวัสดุชนิดนี้ได้นำเอาสมบัติที่ดีของยางและพลาสติกมารวมไว้ด้วยกัน กล่าวคือ เทอร์โมพลาสติกอิลาสโตเมอร์มีสมบัติยืดหยุ่นคล้ายยางที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิการใช้งาน คงสมบัติและการประยุกต์ใช้งานได้เสมือนยางวัลคาไนซ์ แต่สามารถแปรรูปได้อย่างสะดวกและรวดเร็วโดยการใช้กระบวนการแปรรูปของเทอร์โมพลาสติก เช่น การฉีดเข้าเบ้า (Injection moulding) การเอ็กซ์ทรูด (Extrusion) เป็นต้น นอกจากนั้นยังมีข้อได้เปรียบกว่าการแปรรูปยางแบบปกติ (Conventional vulcanized rubber) คือ วัสดุชนิดนี้สามารถทำการหลอมเพื่อแปรรูปใหม่ได้หลังจากที่ได้ผ่านกระบวนการแปรรูปมาแล้ว (Reprocess)

จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าน้ำมันช่วยแปรรูปนอกจากจะช่วยในการแปรรูปแล้ว ยังปรับปรุงสมบัติด้านความแข็ง ความต้านทานการบวมพองในน้ำมัน ความเสถียรต่อความร้อน ความสามารถในการยืดจนขาดและความสามารถในการคืนรูปหลังการยืดดีขึ้นอีกด้วย (Coran *et al.*, 1978; Abdou-Sabet and Fath, 1982; Drobny, 2007; Nakason and Kaewsakul, 2010) ซึ่งน้ำมันช่วยแปรรูปหลักที่ใช้ในเทอร์โมพลาสติกอิลาสโตเมอร์เป็นชนิดเดียวกันกับที่ใช้ในอุตสาหกรรมยาง คือ น้ำมันจากปิโตรเคมี โดยมีส่วนประกอบหลักคือ พาราฟินิก (Paraffinic) แนฟทีนิก (Naphthenic) และอะโรมาติก (Aromatic) แต่อย่างไรก็ตามจากการรายงานโดย KEMI (2003) ได้ระบุว่าน้ำมันช่วยแปรรูปที่มีสารอะโรมาติกจำพวก Polycyclic aromatic hydrocarbon; PAHs ซึ่งประกอบไปด้วย benzo(a)pyrene (BaP), benzo(e)pyrene (BeP), benzo(a)anthracene (BaA), chrysene (CHR), benzo(b)fluoranthene (BbFA), benzo(j)fluoranthene (BjFA), benzo(k)fluoranthene (BkFA), และ dibenzo(a,h)anthra-cene (DBAhA) (Official Journal of the European Union, 2005) สามารถที่จะปลดปล่อยสารก่อมะเร็งที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ได้ ทำให้เป็นข้อกังวลที่จะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จากเหตุดังกล่าวจึงทำให้สมาคมอุตสาหกรรมยางในประเทศ

แถบยุโรป (European Association of the Rubber Industry) ประกาศห้ามมีการใช้งานน้ำมันที่มีสารอะโรมาติกสูง (Highly aromatic oils) ในผลิตภัณฑ์ยางล้อรถยนต์ตั้งแต่ ปี ค.ศ.2009 เป็นต้นไป ส่งผลให้อุตสาหกรรมแปรรูปยางพาราโดยเฉพาะอุตสาหกรรมยางล้อรถยนต์ ตลอดจนนักวิชาการทางด้านเทคโนโลยียางพาราต่างมุ่งความสนใจที่จะหาน้ำมันหรือสารประกอบอื่นๆ ที่สามารถใช้ทดแทนน้ำมันช่วยแปรรูปที่มีสาร PAHs ดังกล่าว ซึ่งในปัจจุบันนี้ได้มีการนำน้ำมัน TDAE (Treated distillate aromatic extract) และ MES (Mild extracted solvate) มาใช้แทนแล้ว แต่น้ำมันดังกล่าวยังมีราคาที่สูงกว่าน้ำมันอะโรมาติกเดิมค่อนข้างมาก นอกจากนี้การแก้ปัญหาด้วยวิธีข้างต้นยังมีข้อกังวลในเรื่องของแหล่งที่มาของน้ำมัน เนื่องจากน้ำมันปิโตรเคมีผลิตจากน้ำมันดิบ ซึ่งสามารถหมดไปได้ในอนาคต ดังนั้นการแก้ปัญหาข้างต้นจึงมีการพยายามใช้น้ำมันที่สกัดจากพืชที่สามารถปลูกทดแทนได้ง่ายและปราศจากความเป็นพิษที่มาจาก PAHs เช่น น้ำมันมะพร้าว น้ำมันปาล์ม น้ำมันถั่วเหลือง เป็นต้น มาผ่านการดัดแปรโครงสร้างด้วยกระบวนการทางเคมี เพื่อที่จะให้น้ำมันพืชดัดแปรสามารถใช้ได้กับยางคอมพาวนด์ จากผลงานวิจัยในระยะที่ 1 ของชุดโครงการวิจัย การเตรียมน้ำมันชนิดใหม่และการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ในการใช้แทนน้ำมันเดิมที่มีพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนปริมาณสูงในกระบวนการแปรรูปยาง สถานวิจัยความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยียางพารา ได้ศึกษาวิธีการดัดแปรโครงสร้างน้ำมันที่สกัดจากพืช ได้แก่ (1) การเตรียมน้ำมันแปรรูปยางจากน้ำมันพืชที่ดัดแปรโดยฟินิลมาลิอีไมด์และเมททิลเอสเทอร์ของกรดไขมันของน้ำมันพืชที่ดัดแปรโดยฟินิลมาลิอีไมด์ (2) การเตรียมน้ำมันแปรรูปยางจากเอริลเอสเทอร์ของกรดไขมันจากน้ำมันพืช (3) การเตรียมน้ำมันแปรรูปยางจากปฏิกิริยาของอนุพันธ์น้ำมันพืช (สเตียริลแอลกอฮอล์) กับกรดอะโรมาติก พบว่า น้ำมันพืชที่ดัดแปรโครงสร้างดังกล่าวสามารถที่จะนำมาใช้ในยางคอมพาวนด์ได้และมีสมบัติที่ใกล้เคียงกับน้ำมันอะโรมาติก แต่เนื่องด้วยวิธีการดัดแปรโครงสร้างน้ำมันที่สกัดจากพืช เช่น น้ำมันแปรรูปยางจากเอริลเอสเทอร์ของกรดไขมันจากน้ำมันพืชและน้ำมันแปรรูปยางจากปฏิกิริยาของอนุพันธ์น้ำมันพืช (สเตียริลแอลกอฮอล์) กับกรดอะโรมาติกจะมีขั้นตอนการสังเคราะห์ที่ซับซ้อน ได้ผลผลิตที่ไม่สะดวกในแง่การใช้งานในปริมาณมากและไม่เหมาะกับการใช้งานกับงานวิจัยนี้

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกวิธีการดัดแปรน้ำมันพืชด้วยเอ็น-ฟีนิล-พารา-ฟีนิลลีนไดเอมีน (*N*-pheny-*p*-phenylene-diamine) เพื่อเตรียมน้ำมันพืชดัดแปรโมเลกุลมาใช้เป็นน้ำมันช่วยแปรรูปในวัสดุเทอร์โมพลาสติกวัลคาไนซ์จากการเบลนด์ยางธรรมชาติอิพอกไซด์กับพอลิโพรไพลีน และจากการเบลนด์ยางธรรมชาติอิพอกไซด์กับพอลิเอทิลีนไวนิลอะซิเตท โดยศึกษาอิทธิพลของน้ำมันพืชดัดแปรโครงสร้างด้วยเอ็น-ฟีนิล-พารา-ฟีนิลลีนไดเอมีนต่อสมบัติของเทอร์โมพลาสติกวัลคาไนซ์เปรียบเทียบกับสมบัติของเทอร์โมพลาสติกวัลคาไนซ์ที่ใช้น้ำมันพืช น้ำมันพืชอิพอกไซด์ น้ำมันช่วยแปรรูปที่ได้จากปิโตรเคมีที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ น้ำมันพาราฟินิก น้ำมันแนฟทีนิก น้ำมันอะโร

มาติก และน้ำมันขาว และสารกลุ่มพทาลิกเอสเทอร์ ได้แก่ ไดออกทิลพะทาเลท และไดไอโซออกทิลพะทาเลท

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อเตรียมน้ำมันพืชดัดแปรโครงสร้างด้วยเอ็น-ฟีนิล-พารา-ฟีนิลลีนไดเอมีน 2 ชนิด ได้แก่ น้ำมันปาล์มอิพอกไซด์ดัดแปรโมเลกุลด้วยเอ็น-ฟีนิล-พารา-ฟีนิลลีนไดเอมีน (pA-m-EPO) และน้ำมันถั่วเหลืองอิพอกไซด์ดัดแปรโมเลกุลด้วยเอ็น-ฟีนิล-พารา-ฟีนิลลีนไดเอมีน (pA-m-ESBO)

1.2.2 เพื่อศึกษาอิทธิพลของน้ำมันช่วยแปรรูปที่ได้จากการดัดแปรโครงสร้างของน้ำมันพืชด้วยเอ็น-ฟีนิล-พารา-ฟีนิลลีนไดเอมีนต่อสมบัติของเทอร์โมพลาสติกวัลคาไนซ์จากยางธรรมชาติอิพอกไซด์เบลนด์กับพอลิโพรไพลีน

1.2.3 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบสมบัติต่างๆ ของเทอร์โมพลาสติกวัลคาไนซ์จากยางธรรมชาติอิพอกไซด์เบลนด์กับพอลิโพรไพลีน ระหว่างสูตรที่ใช้น้ำมันพืชดัดแปรโครงสร้างด้วยเอ็น-ฟีนิล-พารา-ฟีนิลลีนไดเอมีนกับสูตรที่ใช้น้ำมันพืช น้ำมันพืชอิพอกไซด์ น้ำมันช่วยแปรรูปจากปิโตรเคมีที่ใช้ในอุตสาหกรรม ได้แก่ น้ำมันพาราฟินิก น้ำมันแนฟทีนิก น้ำมันอะโรมาติก และน้ำมันขาว และสารกลุ่มพทาลิกเอสเทอร์ ได้แก่ ไดออกทิลพะทาเลท และไดไอโซออกทิลพะทาเลท

1.2.4 เพื่อศึกษาการขยายผลการใช้งานน้ำมันพืชดัดแปรโครงสร้างของน้ำมันพืชด้วยเอ็น-ฟีนิล-พารา-ฟีนิลลีนไดเอมีนในเทอร์โมพลาสติกวัลคาไนซ์จากคู่เบลนด์ของยางธรรมชาติอิพอกไซด์กับเทอร์โมพลาสติกพอลิเอทิลีนไวนิลอะซิเตท

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

1.3.1 เตรียมน้ำมันช่วยแปรรูปจากน้ำมันพืชที่ดัดแปรโครงสร้างด้วยเอ็น-ฟีนิล-พารา-ฟีนิลลีนไดเอมีน ได้แก่ น้ำมันปาล์มอิพอกไซด์ดัดแปรโมเลกุลด้วยเอ็น-ฟีนิล-พารา-ฟีนิลลีนไดเอมีน (pA-m-EPO) และน้ำมันถั่วเหลืองอิพอกไซด์ดัดแปรโมเลกุลด้วยเอ็น-ฟีนิล-พารา-ฟีนิลลีนไดเอมีน (pA-m-ESBO) ตามวิธีที่ได้จากงานวิจัยที่เสนอขอทุนงบประมาณแผ่นดินปี 2553 โครงการวิจัยชุดเรื่อง “การเตรียมน้ำมันชนิดใหม่และการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ในการใช้แทนน้ำมันเดิมที่มีอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนปริมาณสูงในกระบวนการแปรรูปยาง” ทำการขยายส่วนการสังเคราะห์น้ำมัน วิเคราะห์โครงสร้างทางเคมีและวิเคราะห์สมบัติของน้ำมันที่เตรียมได้

1.3.2 ศึกษาวิธีการและเวลาที่ใช้ในการผสมน้ำมันช่วยแปรรูปต่อสมบัติของเทอร์โมพลาสติกวัลคาไนซ์จากยางธรรมชาติอิพอกไซด์เบลนด์กับพอลิโพรไพลีน

1.3.2.1 วิธีการผสมน้ำมันจะศึกษา 3 วิธี วิธีที่ 1 TPV1: เตรียมโดยการใส่น้ำมันในยางคอมพาวนด์ (Oil-extended ENR compounds, OE-cENR) วิธีที่ 2 TPV2: เตรียมโดยใส่น้ำมัน

ในขั้นตอนการผสมเทอร์โมพลาสติกวัลคาไนซ์ โดยที่ทำการคอมพาวนด์ยาง (ENR compounds, cENR) และวิธีที่ 3 TPV3: เตรียมโดยการใส่น้ำมันในขั้นตอนการผสมเทอร์โมพลาสติกวัลคาไนซ์ โดยที่ไม่ทำการคอมพาวนด์ยาง (Raw ENR)

1.3.2.2 เวลาในการผสมเทอร์โมพลาสติกวัลคาไนซ์จะแปรที่เวลา 4, 5, 6, 7 และ 8 นาที

1.3.3 ศึกษาอิทธิพลของชนิดน้ำมันช่วยแปรรูปยางจากน้ำมันพืช น้ำมันพืชอิพอกไซด์ น้ำมันพืชดัดแปรโครงสร้างด้วยเอ็น-ฟีนิล-พารา-ฟีนิลลีนไดเอมีน น้ำมันช่วยแปรรูปที่ได้จากปิโตรเคมีที่ใช้อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรม คือ น้ำมันพาราฟินิก น้ำมันแนฟทีนิก น้ำมันอะโรมาติก น้ำมันขาว และสารกลุ่มพทาลิกเอสเทอร์ ได้แก่ ไดออกทิลพะทาเลท และไดไอโซออกทิลพะทาเลท ต่อสมบัติของเทอร์โมพลาสติกวัลคาไนซ์จากยางธรรมชาติอิพอกไซด์เบลนด์กับพอลิโพรไพลีน โดยใช้วิธีการผสมและเวลาที่ใช้ในการผสมที่ให้สมบัติที่ดีที่สุดจากข้อ 1.3.2 โดยกำหนดปริมาณน้ำมันที่ 20 phr

1.3.4 ศึกษาผลของปริมาณน้ำมันช่วยแปรรูปยาง โดยจะเลือกน้ำมันช่วยแปรรูปจากปิโตรเคมีจากข้อ 1.3.3 ที่ให้สมบัติโดยรวมของ 25ENR/PP TPVs ที่ดีที่สุดและน้ำมันช่วยแปรรูปยางจากน้ำมันพืช น้ำมันพืชอิพอกไซด์และน้ำมันพืชดัดแปรโครงสร้างด้วยเอ็น-ฟีนิล-พารา-ฟีนิลลีนไดเอมีนต่อสมบัติของเทอร์โมพลาสติกวัลคาไนซ์จากยางธรรมชาติอิพอกไซด์เบลนด์กับพอลิโพรไพลีน ปริมาณ 0-50 phr

1.3.5 ศึกษาอิทธิพลของปริมาณหมู่อิพอกไซด์ต่อสมบัติของเทอร์โมพลาสติกวัลคาไนซ์จากยางธรรมชาติอิพอกไซด์เบลนด์กับพอลิโพรไพลีนที่ใช้น้ำมันช่วยแปรรูป

1.3.6 ทดสอบสมบัติของเทอร์โมพลาสติกวัลคาไนซ์

- สมบัติเทนไซล์
- สมบัติเชิงกลพลวัต
- สมบัติเทนไซล์หลังบ่มเร่ง
- ความทนทานต่อตัวทำละลาย และน้ำมัน
- การศึกษาสัณฐานวิทยา

1.3.7 ศึกษาการขยายผลการใช้งานน้ำมันช่วยแปรรูปในเทอร์โมพลาสติกวัลคาไนซ์จากคู่เบลนด์ของยางธรรมชาติอิพอกไซด์กับเทอร์โมพลาสติกพอลิเอทิลีนไวนิลอะซิเตท

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 สามารถเตรียมน้ำมันปาล์มอิพอกไซด์ดัดแปรโมเลกุลด้วยเอ็น-ฟีนิล-พารา-ฟีนิลลีนไดเอมีน (pA-m-EPO) และน้ำมันถั่วเหลืองอิพอกไซด์ดัดแปรโมเลกุลด้วยเอ็น-ฟีนิล-พารา-ฟีนิลลีนไดเอมีน (pA-m-ESBO) ได้

1.4.2 ทราบถึงอิทธิพลของน้ำมันช่วยแปรรูปที่ได้จากการดัดแปรโครงสร้างของน้ำมันพืชด้วยเอ็น-ฟีนิล-พารา-ฟีนิลลีนไดเอมีน ต่อสมบัติของเทอร์โมพลาสติกวัลคาไนซ์จากยางธรรมชาติอิพอกไซด์เบลนด์กับพอลิโพรไพลีน

1.4.3 ได้ข้อมูลเชิงเปรียบเทียบสมบัติต่างๆ ของเทอร์โมพลาสติกวัลคาไนซ์จากยางธรรมชาติอิพอกไซด์เบลนด์กับพอลิโพรไพลีน ระหว่างสูตรที่ใช้น้ำมันพืชดัดแปรโครงสร้างด้วยเอ็น-ฟีนิล-พารา-ฟีนิลลีนไดเอมีน กับสูตรที่ใช้น้ำมันพืช น้ำมันพืชอิพอกไซด์ และน้ำมันช่วยแปรรูปจากปิโตรเคมีที่ใช้ในอุตสาหกรรม และสารกลุ่มพทาลิกเอสเทอร์

1.4.4 ทราบถึงการขยายผลการใช้งานน้ำมันพืชดัดแปรโครงสร้างของน้ำมันพืชด้วยเอ็น-ฟีนิล-พารา-ฟีนิลลีนไดเอมีน ในเทอร์โมพลาสติกวัลคาไนซ์จากคู่เบลนด์ของยางธรรมชาติอิพอกไซด์กับเทอร์โมพลาสติกพอลิเอทิลีนไวนิลอะซิเตท